

学校编码: 10384

密级_____

学号: 22420101151324

厦 门 大 学

硕 士 学 位 论 文

台湾海峡 ^{210}Po 和 ^{210}Pb 的收支特征
及其地球化学意义

The budgets of ^{210}Po and ^{210}Pb and geochemical implications
in the Taiwan Strait

王 宙

指导教师姓名: 杨伟锋 副教授

专 业 名 称: 海 洋 化 学

论文提交日期: 2013 年 06 月

论文答辩时间: 2013 年 07 月

2013 年 06 月

厦门大学学位论文原创性声明

本人呈交的学位论文是本人在导师指导下，独立完成的研究成果。本人在论文写作中参考其他个人或集体已经发表的研究成果，均在文中以适当方式明确标明，并符合法律规范和《厦门大学研究生学术活动规范（试行）》。

另外，该学位论文为（厦门大学海洋与地球学院同位素海洋化学）课题（组）的研究成果，获得（厦门大学海洋与地球学院同位素海洋化学）课题（组）经费或实验室的资助，在（厦门大学海洋与地球学院同位素海洋化学）实验室完成。（请在以上括号内填写课题或课题组负责人或实验室名称，未有此项声明内容的，可以不作特别声明。）

声明人（签名）：

年 月 日

厦门大学学位论文著作权使用声明

本人同意厦门大学根据《中华人民共和国学位条例暂行实施办法》等规定保留和使用此学位论文，并向主管部门或其指定机构送交学位论文（包括纸质版和电子版），允许学位论文进入厦门大学图书馆及其数据库被查阅、借阅。本人同意厦门大学将学位论文加入全国博士、硕士学位论文共建单位数据库进行检索，将学位论文的标题和摘要汇编出版，采用影印、缩印或者其它方式合理复制学位论文。

本学位论文属于：

（ ） 1. 经厦门大学保密委员会审查核定的保密学位论文，
于 年 月 日解密，解密后适用上述授权。

（ ） 2. 不保密，适用上述授权。

（请在以上相应括号内打“√”或填上相应内容。保密学位论文应是已经厦门大学保密委员会审定过的学位论文，未经厦门大学保密委员会审定的学位论文均为公开学位论文。此声明栏不填写的，默认为公开学位论文，均适用上述授权。）

声明人（签名）：

年 月 日

目 录

摘 要.....	1
Abstract.....	4
第一章 绪论.....	8
1.1 ^{210}Po 和 ^{210}Pb 的性质及应用	8
1.1.1 ^{210}Po 和 ^{210}Pb 的基本性质及地球化学行为	8
1.1.2 ^{210}Po 和 ^{210}Pb 在地球科学中的应用	11
1.2 ^{210}Po 和 ^{210}Pb 的研究现状	14
1.2.1 大气中 ^{210}Po 和 ^{210}Pb 的研究现状	14
1.2.2 海水中 ^{210}Po 和 ^{210}Pb 的研究现状	15
1.3 本研究目标及内容.....	17
第二章 厦门地区 ^{210}Pb 、 ^{210}Po 和 ^7Be 的大气沉降通量及气溶胶停留 时间	18
2.1 引言.....	18
2.2 样品的采集与分析.....	19
2.3 结果.....	20
2.3.1 ^{210}Pb 、 ^{210}Po 和 ^7Be 的大气沉降通量	20
2.3.2 ^{210}Pb 、 ^{210}Po 和 ^7Be 的比活度	21
2.4 讨论.....	31
2.4.1 纬度与沉降通量的关系.....	31
2.4.2 降雨量与沉降通量的关系.....	34
2.4.3 降雨量与核素比活度的关系.....	36
2.4.5 气溶胶的停留时间.....	39
2.5 结论.....	41
第三章 夏季台湾海峡 ^{210}Po 、 ^{210}Pb 的收支特征及平流对东海 ^{210}Pb 边界清除的贡献	42

3.1	引言.....	42
3.2	样品采集及分析方法.....	44
3.2.1	样品采集.....	44
3.2.2	样品分析.....	53
3.2.3	水体中 ^{210}Po 和 ^{210}Pb 的箱式模型	54
3.3	结果与讨论.....	58
3.3.1	采样区域的水文特征.....	58
3.3.2	采样区域 ^{210}Po 和 ^{210}Pb 的分布特征.....	63
3.3.3	台湾海峡 ^{210}Po 和 ^{210}Pb 的收支特征及停留时间	65
3.3.4	台湾海峡 ^{210}Pb 沉积通量和边界清除通量与东海的对比	72
3.3.5	台湾海峡平流输送对东海 ^{210}Pb 边界清除的贡献	76
3.4	结论.....	77
第四章 台湾海峡西部水体中 ^{210}Pb 和 ^{210}Po 收支特征的区域效应及影响因素.....		79
4.1	引言.....	79
4.2	样品采样及分析方法.....	80
4.2.1	样品采集.....	80
4.2.2	样品分析.....	83
4.3	结果与讨论.....	91
4.3.1	台湾海峡西侧水体南、北箱式模型范围的划分.....	91
4.3.2	2011 年夏季台湾海峡西侧 ^{210}Po 和 ^{210}Pb 的收支特征	93
4.3.3	夏季台湾海峡西侧 ^{210}Pb 和 ^{210}Po 收支特征的年际变化	98
4.3.4	平流输送对台湾海峡 ^{210}Po 和 ^{210}Pb 收支的重要影响	101
4.3.5	调控夏季台湾海峡西侧水体 ^{210}Pb 和 ^{210}Po 收支特征的机制	102
4.4	结论.....	109
参考文献.....		111
致 谢.....		133

Contents

Abstract in Chinese	1
Abstract in English.....	4
Chapter 1 Introduction.....	8
1.1 Chemical natures and applications of ^{210}Po and ^{210}Pb	8
1.1.1 Chemical natures and geochemical behaviors of ^{210}Po and ^{210}Pb	8
1.1.2 Applications of ^{210}Po and ^{210}Pb in earth sciences	11
1.2 Progress of ^{210}Po and ^{210}Pb investigation in earth sciences	14
1.2.1 Progress of ^{210}Po and ^{210}Pb investigation in atmospheric sciences	14
1.2.2 Progress of ^{210}Po and ^{210}Pb investigation in marine sciences	15
1.3 Objectives of thesis	17
Chapter 2 Deposition of atmospheric ^{210}Pb, ^{210}Po, ^7Be and the residence times of aerosol in Xiamen.....	18
2.1 Introduction.....	18
2.2 Sampling and analysis.....	19
2.3 Results.....	20
2.3.1 Atmospheric deposition fluxes of ^{210}Pb , ^{210}Po and ^7Be	20
2.3.2 Specific activities of ^{210}Pb , ^{210}Po and ^7Be	21
2.4 Discussion.....	31
2.4.1 Latitudinal effects on deposition fluxes	31
2.4.2 Precipitation effects on deposition fluxes	34
2.4.3 Relationships between precipitation and specific activity	36
2.4.5 Residence times of aerosol.....	39
2.5 Conclusions.....	41
Chapter 3 Budgets of ^{210}Po and ^{210}Pb in the Taiwan Strait and advection contribution to boundary scavenged ^{210}Pb in the East China Sea	42
3.1 Introduction.....	42

3.2	Sampling and analysis.....	44
3.2.1	Sampling	44
3.2.2	Sample analysis.....	53
3.2.3	Box models of ^{210}Po and ^{210}Pb	54
3.3	Results and discussion	58
3.3.1	Hydrographic characters of the sampling area.....	58
3.3.2	Distributions of ^{210}Po and ^{210}Pb	63
3.3.3	Budgets and residence times of ^{210}Po and ^{210}Pb	65
3.3.4	Comparison of ^{210}Pb sedimentation and boudary scavenging fluxes between the Taiwan Strait and East China Sea	72
3.3.5	Contribution of advection from the Taiwan Strait to boundary scavenged ^{210}Pb in the East China Sea	76
3.4	Conclutions.....	77
Chapter 4 Regional patterns of ^{210}Pb and ^{210}Po budgets in the western Taiwan Strait.....		79
4.1	Introduction.....	79
4.2	Sampling and analysis.....	80
4.2.1	Sampling	80
4.2.2	Sample analysis.....	83
4.3	Results and discussion	91
4.3.1	Definition of southern and northern model boxes in the westen Taiwan Strait.....	91
4.3.2	Budgets of ^{210}Po and ^{210}Pb during summer in 2011.....	93
4.3.3	Inter-annual variability of ^{210}Pb and ^{210}Po budgets.....	98
4.3.4	Influence of advection on the budgets of ^{210}Po and ^{210}Pb	101
4.3.5	Facters influencing the regional budgets of ^{210}Pb and ^{210}Po during summer.....	102
4.4	Conclusions.....	109

References	111
Acknowledgements	133

厦门大学博硕士论文摘要库

摘要

陆架受地表径流和水深等多种因素的共同作用,通常较开阔大洋有更高的颗粒物含量,因而开阔大洋溶解态颗粒活性核素通过扩散及平流输送至陆架后会被有效清除并沉积,形成典型的“边界清除”效应,陆架区亦成为全球海洋诸多颗粒活性核素的重要汇区。由于边界清除作用,近海海水中 ^{210}Po 和 ^{210}Pb 的收支特征与开阔大洋差异显著,并影响着 ^{210}Po 和 ^{210}Pb 在近海颗粒动力学示踪领域的应用。中国具有全球广阔的陆架边缘海,除东海陆架外,其它海域的边界清除作用尚无研究。本论文以连接东海和南海的台湾海峡为重点研究区域,连续监测了周边地区大气 ^{210}Po 和 ^{210}Pb 沉降通量的两年时间序列变化,分析了 2010 年和 2011 年夏季台湾海峡海水中 ^{210}Po 和 ^{210}Pb 的基本收支特征及其主要空间格局,探究了空间特征的主导因素。此外,量化了台湾海峡 ^{210}Pb 的边界清除作用,并与东海 ^{210}Pb 的边界清除作用进行了比较研究,估算了平流对 ^{210}Po 和 ^{210}Pb 作为台湾海峡颗粒动力学示踪剂的影响。获得一系列重要研究结果。

(1) 厦门地区 ^{210}Pb 、 ^{210}Po 和 ^7Be 的大气沉降通量及调控因素。2011 年 ^{210}Pb 和 ^{210}Po 的年沉降通量分别为 $140.5 \text{ Bq m}^{-2} \text{ yr}^{-1}$ 和 $11.8 \text{ Bq m}^{-2} \text{ yr}^{-1}$, 2012 年 ^{210}Pb 、 ^{210}Po 和 ^7Be 的年沉降通量分别为 $184.1 \text{ Bq m}^{-2} \text{ yr}^{-1}$ 、 $12.0 \text{ Bq m}^{-2} \text{ yr}^{-1}$ 和 $718.2 \text{ Bq m}^{-2} \text{ yr}^{-1}$ 。季风是控制厦门地区 ^{210}Pb 、 ^{210}Po 和 ^7Be 大气沉降通量的主要因素,西南季风期间(4 月-9 月)核素沉降通量较高,东北季风季节期间(10 月-3 月)核素沉降通量较低。湿沉降是厦门地区大气中 ^{210}Pb 、 ^{210}Po 和 ^7Be 迁出的主要途径,且降雨初期雨水对三核素的清除效率最高,随降雨量的增大,清除效率急剧下降并达到稳定。干沉降贡献较小,但高于全球平均水平。运用 $^{210}\text{Po}/^{210}\text{Pb}$ 不平衡方法计算得到厦门地区气溶胶的停留时间范围为 2.5-57.5 天,平均为 18.2 ± 3.6 天。

(2) 夏季台湾海峡水体中 ^{210}Pb 和 ^{210}Po 的收支特征及其停留时间。平流输入是夏季台湾海峡 ^{210}Pb 和 ^{210}Po 的主要来源,平流输出是其主要去向。大气沉降、河流输入、沉降输出及沉积物输入的贡献相对较小。不同区域沉积物在 ^{210}Pb 和 ^{210}Po 收支中的作用不同:东侧沉积物是 ^{210}Pb 和 ^{210}Po 的汇,2010 年夏

季 ^{210}Pb 和 ^{210}Po 的沉积通量分别为 $297.1 \pm 20.2 \text{ dpm m}^{-2} \text{ d}^{-1}$ 和 $2.8 \pm 37.1 \text{ dpm m}^{-2} \text{ d}^{-1}$; 西侧 25°N 以南沉积物是 ^{210}Pb 和 ^{210}Po 源, 2010 年夏季其向水体输入通量分别为 $82.0 \pm 6.4 \text{ dpm m}^{-2} \text{ d}^{-1}$ 和 $176.3 \pm 20.1 \text{ dpm m}^{-2} \text{ d}^{-1}$, 2011 年夏季的输入通量分别为 $141.6 \pm 54.8 \text{ dpm m}^{-2} \text{ d}^{-1}$ 和 $114.4 \pm 51.0 \text{ dpm m}^{-2} \text{ d}^{-1}$; 西侧 25°N 以北沉积物亦是水体 ^{210}Pb 和 ^{210}Po 的汇, 2011 年夏季 ^{210}Pb 和 ^{210}Po 的沉降通量分别为 $153.6 \pm 171.9 \text{ dpm m}^{-2} \text{ d}^{-1}$ 和 $60.1 \pm 210.0 \text{ dpm m}^{-2} \text{ d}^{-1}$ 。沉积物主要通过扩散向水体输入 ^{210}Po , 但主要通过再悬浮输入 ^{210}Pb 。水体中 ^{210}Pb 和 ^{210}Po 的沉降主要通过颗粒态核素的沉降, 总体上溶解态 ^{210}Pb 和 ^{210}Po 通过清除后再沉降的贡献很小。基于质量平衡, 2010 年夏季台湾海峡东侧水体中 ^{210}Pb 和 ^{210}Po 的停留时间分别为 8.7 ± 0.1 天和 9.5 ± 0.3 天, 2010 年夏季西侧南部水体中 ^{210}Pb 和 ^{210}Po 的停留时间分别为 10.0 ± 0.2 天和 7.6 ± 0.4 天, 2011 年夏季西侧南部 ^{210}Pb 和 ^{210}Po 的停留时间分别为 8.3 ± 0.5 天和 11.2 ± 0.7 天, 2011 年夏季西侧北部 ^{210}Pb 和 ^{210}Po 的停留时间分别为 2.9 ± 0.2 天和 3.5 ± 0.2 天。

(3) 夏季台湾海峡西侧 25°N 南、北 ^{210}Pb 和 ^{210}Po 收支差异的影响因素。

台湾海峡西侧生物生产力的南、北差异导致悬浮颗粒物中生源组分含量存在较大差异。南部较高生物生产力使悬浮颗粒物中密度较小的生源组分含量相对较高, 生源颗粒组分在沉降后更容易再悬浮同时将结合的 ^{210}Pb 和 ^{210}Po 重新输入海水, 且生源有机组分对 ^{210}Po 的吸附作用强于 ^{210}Pb , 其结合的 ^{210}Po 亦更容易再矿化进入水体, 致使南部海域沉积物成为 ^{210}Pb 和 ^{210}Po 的源, 且分别主要通过再悬浮和扩散向海水中输入 ^{210}Pb 和 ^{210}Po 。北部悬浮颗粒物中密度较大的无机组分含量较高, 无机组分对 ^{210}Pb 的清除能力相对 ^{210}Po 更强, 且更易于沉降迁出水体。最终导致该海域沉积物成为 ^{210}Pb 和 ^{210}Po 的汇区。

(4) 平流对 ^{210}Pb 和 ^{210}Po 示踪台湾海峡颗粒动力学过程的影响。平流是影响台湾海峡海水中 ^{210}Pb 和 ^{210}Po 收支的最主要因素, 忽略平流会导致台湾海峡 ^{210}Pb 和 ^{210}Po 的沉降通量出现巨大偏差。2011 年台湾海峡西侧南部海域, 忽略平流和考虑平流沉积物向水体输入 ^{210}Po 的通量分别为 $(0.24 \pm 0.01) \times 10^{11} \text{ dpm d}^{-1}$ 和 $(19.1 \pm 8.5) \times 10^{11} \text{ dpm d}^{-1}$, 差别达 80 倍之多。另外, 是否考虑平流甚至会导致相反的结论。2011 年夏季, 忽略平流时台湾海峡西侧南部海域为 ^{210}Pb 的净沉积

区,考虑平流时则为 ^{210}Pb 的源区。相对而言,平流对 ^{210}Po 的影响比 ^{210}Pb 更大。因此,利用 ^{210}Pb 和 ^{210}Po 示踪台湾海峡颗粒活性污染物须考虑平流影响。夏季台湾海峡西侧水体中很多区域 ^{210}Po 过剩,传统的 $^{210}\text{Po}/^{210}\text{Pb}$ 不平衡法计算颗粒物输出通量的方法在该海域不可行。

(5) 台湾海峡 ^{210}Pb 的沉积效率及边界清除效率与东海陆架差异。台湾海峡 ^{210}Pb 的日沉积通量是整个东海 ^{210}Pb 沉积通量平均值的 1.7 倍, ^{210}Pb 的沉积效率高于东海的平均值,但和东海内陆架 ^{210}Pb 的沉积效率相当。台湾海峡 ^{210}Pb 的边界清除总量和通量分别为 $(4.00 \pm 0.47) \times 10^{12} \text{ dpm d}^{-1}$ 和 $80.2 \pm 9.5 \text{ dpm m}^{-2} \text{ d}^{-1}$, 总量和通量与东海 ^{210}Pb 的边界清除均处于同一量级,说明这两个海域对于 ^{210}Pb 的边界清除作用是可比的。2010 年 6 月台湾海峡平流输入东海的 ^{210}Pb 总量为 $(2.91 \pm 0.04) \times 10^{13} \text{ dpm d}^{-1}$, 是东海 ^{210}Pb 边界清除总需求量的 10.4 倍,揭示了台湾暖流可能是东海陆架边界清除 ^{210}Pb 的重要来源。

关键词: ^{210}Pb ; ^{210}Po ; 收支特征; 边界清除; 台湾海峡

Abstract

The continental shelf usually has much higher suspended particle contents than open ocean due to the influence of river discharge, shallow water and other factors, resulting in the effective removal of particle-reactive elements whenever they have been transported from open ocean to the shelf through either diffusion or advection. This scenario is defined as boundary scavenging. Accordingly, the continental shelf becomes the important sink area of particle-reactive nuclides. At the same time, boundary scavenging also results in the evident difference in the budgets of ^{210}Po and ^{210}Pb between coastal region and open ocean, and consequently affect the application of ^{210}Po and ^{210}Pb as particle dynamic proxy in coastal seas. Although China has a large shelf, boundary scavenging has been little investigated except the East China Sea Shelf. To reveal the basic budgets of ^{210}Po and ^{210}Pb and boundary scavenging in the Taiwan Strait, a two-year time series observation of atmospheric deposition of ^{210}Po and ^{210}Pb is conducted in Xiamen, along with input and removal of ^{210}Po and ^{210}Pb in the Taiwan Strait during the summer in both 2010 and 2011. The basic budget characteristics and spatial patterns of ^{210}Po and ^{210}Pb , as well as their quantified boundary scavenging provide invaluable insights into both the primary factors controlling ^{210}Po and ^{210}Pb budgets and the application of ^{210}Po and ^{210}Pb to track particle cycling in the Taiwan Strait.

(1) Factors controlling the atmospheric deposition of ^{210}Pb , ^{210}Po and ^7Be in Xiamen.

The atmospheric deposition fluxes of ^{210}Pb and ^{210}Po are $140.5 \text{ Bq m}^{-2} \text{ yr}^{-1}$ and $11.8 \text{ Bq m}^{-2} \text{ yr}^{-1}$ in 2011, respectively. The fluxes of ^{210}Pb , ^{210}Po and ^7Be are $184.1 \text{ Bq m}^{-2} \text{ yr}^{-1}$, $12.0 \text{ Bq m}^{-2} \text{ yr}^{-1}$ and $718.2 \text{ Bq m}^{-2} \text{ yr}^{-1}$ in 2012, respectively. Monsoon is the main factor controlling the deposition fluxes of the three nuclides in Xiamen, with much higher fluxes of ^{210}Pb and ^{210}Po in the southwest monsoon prevailing months (April to September) and lower values in the northeast monsoon prevailing seasons (October to March). Rainfall is the predominant removal passage of ^{210}Pb , ^{210}Po and

^7Be from the atmosphere. In general, the removal efficiency is the highest at the beginning of rainfall, and then it decreases rapidly to a nearly constant value with the increasing amount of rainfall. Overall, the contribution of dry deposition is much less than wet precipitation, but its percentages in the bulk deposition of ^{210}Pb , ^{210}Po and ^7Be are larger than the global average level. The residence times of aerosol in Xiamen vary between 3.1 days and 57.5 days with an average of 20.8 ± 3.0 days based on the $^{210}\text{Po}/^{210}\text{Pb}$ technique.

(2) Budget characteristics and residence times of ^{210}Pb and ^{210}Po in the western Taiwan Strait in summer.

The budgets of ^{210}Pb and ^{210}Po in the Taiwan Strait are mainly controlled by advection during summer. By comparison, the contributions of other source and sink terms are much smaller, including atmospheric deposition, riverine input, sedimentation, sediment resuspension and diffusion. The roles of sediments situated in various subzones are distinctly different in estimating the budgets of ^{210}Pb and ^{210}Po . Sediment in the eastern Taiwan Strait is a sink of ^{210}Pb and ^{210}Po , with the sedimentation fluxes of $297.1 \pm 20.2 \text{ dpm m}^{-2} \text{ d}^{-1}$ and $2.8 \pm 37.1 \text{ dpm m}^{-2} \text{ d}^{-1}$ respectively during summer in 2010. To the north of 25°N in the western Taiwan Strait, the sedimentation fluxes of ^{210}Pb and ^{210}Po are $153.6 \pm 171.9 \text{ dpm m}^{-2} \text{ d}^{-1}$ and $60.1 \pm 210.0 \text{ dpm m}^{-2} \text{ d}^{-1}$ respectively during summer in 2011. Sediments, to the south of 25°N in the western Taiwan Strait, are source terms for both ^{210}Pb and ^{210}Po . The inputs of ^{210}Pb from sediment to seawater are $82.0 \pm 6.4 \text{ dpm m}^{-2} \text{ d}^{-1}$ and $141.6 \pm 54.8 \text{ dpm m}^{-2} \text{ d}^{-1}$ during summer in 2010 and 2011, respectively. For ^{210}Po , the input fluxes are $176.3 \pm 20.1 \text{ dpm m}^{-2} \text{ d}^{-1}$ and $114.4 \pm 51.0 \text{ dpm m}^{-2} \text{ d}^{-1}$ respectively in 2010 and 2011. Diffusion is the predominant passage of ^{210}Po into seawaters while ^{210}Pb is mainly imported into water through resuspension. On the bases of mass balances, the residence times of ^{210}Pb and ^{210}Po are 8.7 ± 0.1 days and 9.5 ± 0.3 days in the eastern Taiwan Strait, and 10.0 ± 0.2 days and 7.6 ± 0.4 days in the southwestern Taiwan Strait during summer in 2010. In 2011, the residence times of ^{210}Pb and ^{210}Po were 8.3 ± 0.5 days and 11.2 ± 0.7 days in the southwestern Taiwan Strait, and 2.9 ± 0.2 days and

3.5 \pm 0.2 days in the northwestern Taiwan Strait.

(3) Factors controlling the regional budgets of ^{210}Pb and ^{210}Po in the western Taiwan Strait in summer.

The difference in the biological productivity between the southern and northern regions in the western Taiwan Strait leads to distinct contents of biogenic particulate components. In the south, relatively higher primary productivity results in abundant light biogenic particulate components, which are ready to re-suspend after sedimentation. Biogenic components usually have much higher combining capacity with ^{210}Po than ^{210}Pb . During resuspension, biogenic particle combined ^{210}Po could be easily released into seawater. Consequently, sediment in this region provides ^{210}Po and ^{210}Pb for seawater mainly through diffusion and resuspension, respectively. In the north, the low primary productivity leads to low contents of biogenic components and abundant heavy inorganic components in particulate matter. Many inorganic components, showing high affinity for ^{210}Pb than ^{210}Po , facilitate the sedimentation of suspended particulate matter and disapprove their resuspension. Finally, the north is a sink area of ^{210}Po and ^{210}Pb .

(4) Influence of advection on the application of ^{210}Pb and ^{210}Po as particle dynamic proxies in the Taiwan Strait.

Advection is the main factor affecting the budgets of ^{210}Pb and ^{210}Po in the Taiwan Strait, ignorance of advection would introduce significant deviation of sedimentation flux of ^{210}Pb and ^{210}Po from real scenario. In 2011, the sedimentation fluxes of ^{210}Po are $(0.24\pm0.01)\times10^{11}$ dpm d⁻¹ and $(19.1\pm8.5)\times10^{11}$ dpm d⁻¹ for a non-advection budget model and advection included model, respectively. The difference reaches up to 80-fold. Sometimes, excluding of advection can result in contrary conclusion to real situation. For example, the southwestern Taiwan Strait is a source of ^{210}Pb during summer in 2011. However, it becomes a sink if neglecting advection. Overall, the influence of advection on ^{210}Po is much more than ^{210}Pb . Hence, advection has to be included when ^{210}Pb and ^{210}Po have been used to track the particle reactive pollutants cycling in the Taiwan Strait. In summer, excess of ^{210}Po to

^{210}Pb is ubiquitous in the western Taiwan Strait, which disables the traditional $^{210}\text{Po}/^{210}\text{Pb}$ disequilibrium technique to quantify the particulate matter flux from the water column to sediment.

(5) Comparision of ^{210}Pb deposition and boudary scavenging between the Taiwan Strait and East China Sea.

The daily mean deposition flux of ^{210}Pb to the sediment in the Taiwan Strait is 1.7 times as much as the ECS, but it is similar to the inner shelf of the ECS. The boundary scavenging amount and flux of ^{210}Pb in the Taiwan Strait are $(4.00 \pm 0.47) \times 10^{12} \text{ dpm d}^{-1}$ and $82.2 \pm 9.5 \text{ dpm m}^{-2} \text{ d}^{-1}$ respectively, comparable with the ECS. The total amount of ^{210}Pb inputting into the ECS from the Taiwan Strait is about $(2.91 \pm 0.04) \times 10^{13} \text{ dpm d}^{-1}$, which is an order of magnitude higher than the amount of boundary scavenging required by the ECS, indicating that the Taiwan Warm Current is an important source of boundary scavenged ^{210}Pb in the ECS.

Keywords: ^{210}Pb ; ^{210}Po ; budget; boundary scavenging; Taiwan Strait

第一章 绪论

1.1 ^{210}Po 和 ^{210}Pb 的性质及应用

1.1.1 ^{210}Po 和 ^{210}Pb 的基本性质及地球化学行为

自然环境中, ^{210}Pb ($t_{1/2}=22.3$ 年) 均来自其母体铀系放射性核素 ^{222}Rn ($t_{1/2}=3.8$ 天) 的衰变 (图 1-1)。 ^{210}Po ($t_{1/2}=138.4$ 天) 由其母体 ^{210}Pb 通过中间子体 ^{210}Bi ($t_{1/2}=5.01$ 天) 衰变产生。由于 ^{222}Rn 常温下是气体, 陆地表面的岩石和土壤中 ^{226}Ra 的衰变产生的 ^{222}Rn (Nazaroff, 1992) 会进入大气, 并随气溶胶运移扩散。 ^{222}Rn 在运移过程中不断衰变产生 ^{210}Pb 、 ^{210}Bi 和 ^{210}Po 。Samuelsson 等 (1986) 研究表明, 陆地向大气释放 ^{222}Rn 的通量范围在 $1300\text{--}1800 \text{ Bq m}^{-2} \text{ d}^{-1}$, 而海洋向大气输入的 ^{222}Rn 通量约为陆地的百分之一。因此, 大气中 ^{222}Rn 子体 ^{210}Pb 和 ^{210}Po 的活度也和海-陆分布有很大关系 (Su 等, 2003; McNeary 和 Baskaran, 2007)。由于 ^{210}Pb 和 ^{210}Po 有较强的颗粒活性, 因此在衰变产生后可迅速与气溶胶结合, 被干、湿沉降载带到达地球表面 (Peirson 等, 1966)。大气中的 ^{210}Po 尚未和其母体 ^{210}Pb 达到平衡便被沉降迁出, 大气沉降中的 $^{210}\text{Po}/^{210}\text{Pb}$ 比值常常在 0.1 左右 (Burton 和 Stewart, 1960; Lambert 和 Nezami, 1965; Peirson 等, 1966)。Schell (1977) 研究表明, 在全球尺度上 ^{210}Pb 的大气沉降通量随纬度有明显的变化规律, 中纬度区域高, 赤道和南、北极区域较低。然而, 不同地区由于地理位置、气候条件以及各种气象事件 (如台风、沙尘暴等) 的影响不同, ^{210}Pb 和 ^{210}Po 的大气沉降通量以及气溶胶停留时间呈现显著的局地效应 (Turekian 等, 1983; Todd 等, 1989; Feichter 等, 1991; Schuler 等, 1991; Baskaran 等, 1993; McNeary 和 Baskaran, 2003; Su 等, 2003; 贾成霞等, 2003; 易勇等, 2005; Tateda 和 Iwao, 2008; Yan 等, 2012; Carvalho 等, 2013)。因此, 对于小范围地区的研究, 实测大气沉降通量数据有其必要性。

Degree papers are in the "[Xiamen University Electronic Theses and Dissertations Database](#)". Full texts are available in the following ways:

1. If your library is a CALIS member libraries, please log on <http://etd.calis.edu.cn/> and submit requests online, or consult the interlibrary loan department in your library.
2. For users of non-CALIS member libraries, please mail to etd@xmu.edu.cn for delivery details.

厦门大学博硕士论文摘要库